

10/587 134

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DK05/000014

International filing date: 12 January 2005 (12.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DK  
Number: PA200400094  
Filing date: 23 January 2004 (23.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 07 February 2005 (07.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



# Kongeriget Danmark

Patent application No.: PA 2004 00094

Date of filing: 23 January 2004

Applicant:  
(Name and address) LM Glasfiber A/S  
Rolles Møllevej 1  
DK-6640 Lunderskov  
Denmark

Title: Vinge til et vindenergianlæg omfattende segmenterede ledemidler  
for lynnedledning

IPC: F 03 D 11/00; B 64 D 45/02; F 03 D 1/06

This is to certify that the attached documents are exact copies of the  
above mentioned patent application as originally filed.



Patent- og Varemærkestyrelsen  
Økonomi- og Erhvervsministeriet

01 February 2005

Pia Høybye-Olsen

## Vinge til et vindenergianlæg omfattende segmenterede ledemidler for lynnedledning

Opfindelsen angår en metode til fremstilling af en fiberforstærket vinge til et vindenergianlæg, hvilken vinge indrettes med mindst en vingeskal og nedledningsmidler tilpasset for nedledning af en lynstrøm til en jordforbindelse. Opfindelsen angår ligeledes en vinge til et vindenergianlæg.

Den stadigt fremadskridende udvikling indenfor vindenergianlæg går imod større og større enheder med stadigt højere tårne og længere vinger, hvorved risikoen for at blive ramt af lyn forøges. Anlæggene sikres typisk overfor lynnedslag, så en eventuel lynstrøm opfanges og føres til jord på en kontrolleret måde, således at følsomme elementer i vindenergianlægget ikke beskadiges. En af de mest anvendte metoder til lynsikring er montage af en eller flere såkaldte lynreceptorer, som er elektrisk ledende elementer, som anbringes fx ved vingetipperne og forbindes med indvendige lynnedledere i vingerne. Eksempelvis kendes dette fra EP 0 783 629.

Vingerne er typisk den del af vindenergianlægget, som rager længst op i luften, og som derfor har stor risiko for at blive ramt af lyn. Vindenergianlæg placeres fx i stort tal på havet i form af mølleparker, hvilket medfører den ulempe, at service og vedligeholdelse bliver både ret bekostelig og ret besværlig pga. vind og vejr og de vanskelige adgangsforhold. Salt fra havluften sætter sig desuden på fx vingerne og gør disse elektrisk ledende, hvilket forøger risikoen for at blive ramt af lynnedslag.

I WO 01/77527 foreslås, at klæbe strimler af kobberbånd fast på vingerne og forbinde strimlerne til receptorer. Strimlerne er beregnet for at kunne aflede en lynstrøm til en receptor, hvorfra den kan ledes videre til jord via et kabel. Dette indebærer, at strimlerne må have tilstrækkelig ledningsevne til at kun-

ne bære en lynstrøm, som kan være på over 50 kA. Strimlerne skal kunne skiftes efter lynnedslag pga. beskadigelse forårsaget af kraftig opvarmning som følge af lynstrømmen, hvilket både betyder overvågning af vindenergi-anlægget, stilstand under udskiftning såvel som store omkostninger. Der er

5 endvidere fare for, at strimlerne kan løsne sig og derved påvirke vingens aerodynamiske egenskaber i negativ retning. Alternativt må strimlerne være i meget kraftig udførelse, som vil medføre uønsket ekstravægt på vingen. Når der skal laves lange vinger, er et af designproblemerne netop at få sænket vægten, idet denne i sig selv ikke blot udgør en belastning på vingerne men

10 også på navet, nacellen og tåmet.

Fly er også udsat for lynnedslag og må derfor sikres mod dette. Fly er forsynet med radarudstyr bl.a. for navigation, som typisk er placeret i næsen af flyet af hensyn til at kunne se fremad. Når radarudstyr er placeret i næsen,

15 udføres næsen ikke i aluminium som resten af flyet, men i stedet i et plastmateriale, da radaren ellers ikke kan kigge igennem næsen. Da der er risiko for lynnedslag også i eller via næsen af flyet, må denne lysesikres, men på en måde hvor radaren ikke forstyrres. Siden 1960'erne har det været kendt at foretage lysesikringen vha. såkaldte "lightning diverter strips", som kan have

20 forskellige udformninger. Et eksempel fremgår af US 4237514, hvor et basismateriale, som er forsynet med aluminiumpulver, i strimler klæbes fast bl.a. på næsen af et fly. Aluminiumspulveret udgør ikke en kontinuerlig leder men snarere afbrudte eller segmenterede ledende partikler. Når disse metal-

25 liske, hver især elektrisk ledende partikler, udsættes for et stort spændingsfelt som følge af et lynnedslag, så sker der kortslutninger imellem partiklerne, og der dannes en strømledende ioniseret kanal i luften over partiklerne, hvori lynstrømmen kan ledes fx til flyets metalskrog. I stedet for aluminiumspulver kendes fra US 4506311 knap- eller ruderformede metalstykker, som separate inkorporeres i et basismateriale, der formes til et bånd. Både bånd og

30 strimler er beregnet for montering udvendigt på flynæsen, hvor de anbringes

symmetrisk udstrålende fra næsetippen. En sådan placering giver en god beskyttelse men medfører samtidig en vis aerodynamisk forstyrrelse. På en vinge til et vindenergianlæg vil placering af bånd eller strimler ovenpå vingens aerodynamiske profil medføre en uønsket negativ effekt på anlæggets effektivitet og ydelse. Bånd eller strimler vil på denne måde ligeledes være kilder til støj, hvilket vil begrænse hvor, og hvor tæt anlæg kan opstilles. Bånd eller strimler af metal eller metalnet har desuden en væsentlig anden elasticitet end de sædvanligt anvendte fibre til fiberforstærkning af vingeskallen. De er betydeligt stivere og bliver derved udsat for store spændinger, som følge af de ret store tøjninger, som vingen i praksis udsættes for, hvorfor sådanne bånd eller strimler er tilbøjelige til at revne pga. udmattelse.

Et formål med opfindelsen er at frembringe en vinge og en metode til fremstilling af en vinge for et vindenergianlæg, hvor lynnedslag i vingen kan afledes på sikker vis vha. ledemidler, som kan udføres, så lynnedslag ikke medfører krav om udskiftning, og som har minimal påvirkning af vingens vægt og aerodynamiske egenskaber.

Andre formål fremgår af beskrivelsen.

20

Nye aspekter ved metoden ifølge opfindelsen involverer, at metoden omfatter, at vingen forsynes med segmenterede ledemidler, som indrettes for ledning af en lynstrøm udenfor vingen til nedledningsmidlerne, og hvor ledemidlerne fordeles og fastgøres ved vingeskallens udvendige overflade på en måde, således at ledemidlerne i hovedsagen er i niveau med vingeskallens udvendige overflade. Idet ledemidlerne i hovedsagen er i niveau med vingeskallens udvendige overflade opnås, at påvirkningen af vingens aerodynamiske egenskaber bliver minimal. Når de segmenterede ledemidler fordeles og fastgøres ved vingeskallens udvendige overflade, vil lynstrømmen ikke skulle ledes igennem ledemidlerne men i stedet ledes i en ioniseret kanal i luften

30

over ledemidlerne. Dermed kan ledemidlerne udføres med meget lav vægt, idet de ikke skal tåle lynstrømmen. Herved påvirkes vingens vægt ligeledes minimalt. Da ledemidlerne ikke skal tåle lynstrømmen, bliver opvarmningen begrænset, hvorfor også skadevirkningen på ledemidlerne er minimal. Da  
5 ledemidlerne kan udføres med lav vægt, så kan de ligeledes udføres fx dublerede, uden at vægten bliver et problem, hvorved der kan skabes reservekapacitet, så levetiden bliver tilfredsstillende. Idet ledemidlerne er segmenterede, bliver stivheden af disse begrænset. Da ledemidlerne jo netop er segmenterede, vil de ikke have tendens til at revne men vil kunne tåle store tøjninger.  
10 ninger.

En foretrukket udførelse af metoden omfatter trinene:

- a) placering af segmenterede ledemidler på en støbeform,
- 15 b) oplægning af fibre på støbeformen, herunder ovenpå ledemidlerne,
- c) fiksering af fibrene og ledemidlerne med resin.

Herved opnås, at ledemidlerne indstøbes i vingen og dermed ikke kan gå løs under påvirkning af vind og vejr. Desuden kan ledemidlerne komme til at ligge meget præcist i niveau med vingeskallens udvendige overflade, så påvirkningen på vingens aerodynamiske egenskaber minimeres.  
20

En hensigtsmæssig udførelse omfatter påføring af en substans på støbeformen, herunder gelcoat, resin, primer eller slipmiddel. Dette kan gøres både  
25 før og efter trin a). Herved kan ledemidlerne bl.a. i særlig grad integreres i vingens overflade. Vinger til vindenergianlæg støbes ofte ved anvendelse af traditionelt håndoplæg eller ved en VARTM metode (Vacuum Assisted Resin Transfer Moulding) eller anden egnet metode. Fælles for metodeme er, at der anvendes hun-forme, hvor vingers yderste lag som det første dannes  
30 med enten et lag af gel-coat eller af den resin, som kommer til at indgå i sel-

ve vingen. Alternativt påføres formen som det allerførste en primer eller et slipmiddel.

En anden foretrukket udførelse kan omfatte slibning eller polering af vingen  
5 for blottlægning af ledemidlerne. Herved sikres virkningen af ledemidlerne, som skal have fri overflade, der er eksponeret mod den omgivende luft.

Ved endnu en foretrukket udførelse kan ledemidlerne være placeret i et præfabrikeret bånd, som er fremstillet af et ikke-elektrisk ledende materiale, herunder af et termoplastisk materiale. Ledemidlerne kan herved klargøres og  
10 testes inden anvendelse, hvilket sikrer ensartethed og forebygger fejl, ligesom håndteringen ved fremstillingen simplificeres.

Ved en alternativ udførelse kan ledemidlerne være placeret i et aflangt pose-  
15 lignende bånd, hvilket bånd er indrettet til at kunne penetreres af resin. Båndet med ledemidlerne kan således støbes med ind i vingeskallen på en måde, hvor ledemidlerne kan fastholdes af resin. Efter støbning må ledemidlerne blottlægges fx ved slibning.

20 En yderligere foretrukket udførelse kan omfatte, at de segmenterede ledemidler og/eller båndet inden trin b) under støbning fikseres til støbeformen med klæbemidler, herunder dobbelt-klæbende tape. På denne måde kan ledemidlerne fastholdes i en præcis position under støbningen, selv på skrå eller krumme overflader.

25 Ved endnu en yderligere foretrukket udførelse kan ledemidlerne være elektrisk ledende partikler, som har en udstrækning imellem 0,05 og 10 millimeter, herunder fortrinsvis imellem 1 og 8 millimeter. Med disse størrelser opnås en god virkning af ledemidlerne samtidig med en lav vægt af ledemidlerne.  
30 ne.

- I en anden alternativ udførelse kan metoden omfatte placering af mindst en afmaskning på støbeformen, hvorefter der i afmaskningen påføres en blanding af gelcoat og elektrisk ledende partikler. Denne udførelse er meget fleksibel mht. placering af de elektrisk ledende partikler, ligesom partiklerne bliver meget vel integrerede i vingskallens overflade. Der opnås en optisk pæn udførelse af vingen, hvilket også er positivt for aerodynamikken og dermed for vindenerglanlæggets effektivitet og ydelse.
- 5
- 10 Ved endnu en alternativ udførelse kan de elektrisk ledende partikler være blandet med ikke-elektrisk ledende partikler, fx keramiske partikler, farvepigmenter etc. Dette kan anvendes til at skabe passende afstand imellem de elektrisk ledende partikler, dvs. mhp. at opnå og sikre en passende segmentering, så der ikke opstår en kontinuert leder. Anvendelsen kan også give en
- 15 optisk effekt fx til at indikere, hvor de elektrisk ledende partikler er placeret på vingen, hvis man fx ønsker at kunne se dette fra jorden, når et vindenerglanlæg er i drift.
- I en foretrukket udførelse kan partiklerne være flade og aflange med en
- 20 længde imellem 2 og 10 millimeter og en udstrækning på tværs imellem 1 og 5 millimeter. I en anden foretrukket udførelse kan partiklerne være flade og i hovedsagen cirkulære med en diameter imellem 2 og 10 millimeter og en tykkelse imellem 0,1 og 1 millimeter. I begge tilfælde opnås en gunstig virkning mht. frembringelse af en ioniseret kanal i luften over partiklerne for ledning af lynstrøm.
- 25
- I endnu en foretrukket udførelse kan ledemidlerne være metalspånér, som fortrinsvis er fremstillet ved høvling, fræsning eller drejning. Metalspånérerne kan fremstilles med stor ensartethed og til lave omkostninger i passende dimensioner.
- 30



I en alternativ udførelse kan metoden omfatte, at vingeskallen indrettes med et antal udspåringer, i hvilke udspåringer ledemidlerne fastgøres. På denne måde kan udførelsen være således, at ledemidlerne let kan udskiftes, hvis  
5 det en sjælden gang skulle blive nødvendigt.

I en yderligere foretrukket udførelse kan ledemidlerne være fordelt i mindst en bane, hvilken bane har en bredde imellem 3 og 50 millimeter, herunder imellem 5 og 20 millimeter, herunder fortrinsvis imellem 8 og 12 millimeter.  
10 Med sådanne dimensioner opnås, at ledemidlerne kan engageres af lynstrøm et stort antal gange.

Den mindst ene bane kan fortrinsvis være placeret i hovedsagen på tværs af vingens længderetning og i det væsentlige udstrække sig fra vingens forkant  
15 til vingens bagkant. Alternativt kan ledemidlerne placeres i stjerneform, herunder med en receptor placeret i centrum og forbundet til nedledningsmidler. Andre mønstre kan også anvendes.

I endnu en foretrukket udførelse kan ledemidlerne være fordelt i mindst en  
20 bane, som er placeret i hovedsagen på tværs af vingens længderetning, og som mindst spænder over et hovedlaminat i vingeskallen, hvilket hovedlaminat omfatter elektrisk ledende fibre. Herved opnås, at ledemidlerne afskærmer de elektrisk ledende fibre, hvorved risikoen for lynnedslag i disse reduceres.

25

I endnu en alternativ udførelse kan ledemidlerne være tråde af metal, der er udlagt i hovedsagen i samme retning og som er delt med forudbestemte mellemrum. Sådanne ledemidler kan fremstilles med stor præcision og med forholdsvis lave omkostninger.

30

Ledemidlerne kan fortrinsvis være fremstillet af metal, herunder af messing, nikkel, kobber, messing overtrukket med nikkel eller lakeret kobber. Der anvendes fortrinsvis metaller, som har begrænset tendens til oxidering ved kontakt med omgivende luft. Metaller er desuden modstandsdygtige overfor det  
5 slid, som vingen i praksis er udsat for.

I endnu en yderligere foretrukket udførelse kan nedledningsmidlerne omfatte mindst en receptor placeret ved vingens overflade. Receptoren er velegnet til at samle lynstrømmen ved vingens overflade og føre denne videre ind ind-  
10 vendigt i vingen til fx et kabel for afledning til en jordforbindelse. En receptor kan også placeres ved vingetippen, hvor risikoen for lynnedslag er høj, idet receptoren kan klare relativt mange nedslag.

Receptoren kan også placeres i en udsparring i vingen, hvilken udsparring i  
15 hovedsagen er omkranset af ledemidler. Herved overføres en lynstrøm til receptoren, hvorfra den kan ledes videre til en jordforbindelse.

Opfindelsen omfatter ligeledes en vinge til et vindenergianlæg, hvilken vinge omfatter en fiberforstærket vingeskal og nedledningsmidler tilpasset for ned-  
20 ledning af en lynstrøm til en jordforbindelse. Nye aspekter ved vingen involverer, at vingen er forsynet med segmenterede ledemidler indrettet for ledning af en lynstrøm udenfor vingen til nedledningsmidlerne, og hvor ledemidlerne overvejende er fordelt og fastgjort ved vingeskallens udvendige overflade, på en måde således at ledemidlerne i hovedsagen er i niveau med  
25 vingeskallens udvendige overflade.

Herved opnås en vinge, der har samme fordele som ovenfor angivet for en vinge fremstillet ud fra en metode ifølge opfindelsen, herunder at vingen vil kunne tåle et antal lynnedslag, idet lynstrømmen ledes i en ioniseret kanal i

luften over ledemidlerne, samt at ledemidlerne kan have lav vægt, at ledemidlerne ikke revner etc.

5 En foretrukket udførelsesform omfatter, at ledemidlerne kan være placeret i et antal baner, som strækker sig ud fra en receptor placeret ved vingens overflade, hvilken receptor er forbundet til nedledningsmidlerne. Herved opnås stor sandsynlighed for, at et lynnedslag opfanges af ledemidlerne, hvorfra lynstrømmen kan ledes sikkert til receptoren og videre til en jordforbindelse.

10

I en anden udførelsesform kan ledemidlerne være fastgjort i en udsparring i vingeskallens overflade. Ledemidlerne kan således monteres udefra men alligevel bringes i niveau med vingeskallens udvendige overflade, så påvirkningen af vingens aerodynamiske egenskaber bliver minimal.

15

I endnu en foretrukket udførelsesform kan ledemidlerne være indstøbt i vingeskallens overflade. Herved opnås en sikker fastgørelse, som også kan udføres med minimal påvirkning af vingens aerodynamiske egenskaber.

20

I en yderligere foretrukket udførelsesform kan ledemidlerne omfatte et i det væsentlige jævnt fordelt lag af metalspånner. Herved opnås både lave omkostninger og lang levetid. Hvis nogle af spånnerne skulle blive brændt af, kan der være mange alternative muligheder for kortslutningsveje over andre spånner, således at ledemidlerne forbliver funktionsduelige, selv i let beskadiget

25 form.

I det følgende beskrives opfindelsen nærmere ved hjælp af figurer, som angiver eksempler på udførelser af opfindelsen:

- Fig. 1a-b viser udsnit af en vinge til et vindenergianlæg omfattende ledemidler,
- Fig. 2 viser et udsnit af en støbeform forsynet med ledemidler,
- Fig. 3 viser et udsnit i en støbeform forsynet med ledemidler og et lag af gel-coat,
- 5 Fig. 4 viser et udsnit af en støbeform forsynet med afmaskning,
- Fig. 5 viser et udsnit af en støbeform med et præ-fabrikeret bånd med ledemidler,
- Fig. 6 viser et udsnit i en støbeform forsynet med ledemidler og et lag af gel-coat,
- 10 Fig. 7 viser et udsnit af en støbeform forsynet med et poselignende bånd indeholdende ledemidler,
- Fig. 8 viser et udsnit i en støbeform jf. Fig. 7.
- Fig. 9 viser udsnit af en vinge til et vindenergianlæg omfattende ledemidler,
- 15 Fig. 10 viser en fremstilling af segmenterede ledemidler,
- Fig. 11 viser et bånd af segmenterede ledemidler.

På Fig. 1a og 1b ses en vinge til et vindenergianlæg, som omfatter en vingeskal 1 med afstivninger 2. Vingeskallen 1 omfatter en udvendig overflade 3, som er forsynet med segmenterede ledemidler 4. Ledemidlerne 4 er placeret i baner og forbundet til nedledningsmidler. På Fig. 1a og 1b er ledemidlerne 4 placeret, så de udstråler fra en receptor 5, som er forbundet til ikke viste nedledningsmidler, der kan forbindes til en jordforbindelse. På Fig. 1a går ledemidlerne 4 i hovedsagen på tværs af vingen 1 imellem dennes for- og bagkant. På Fig. 1b er ledemidlerne 4 placeret i stjerneform. I udførelsesformerne på Fig. 1a og 1b vil ledemidlerne 4 have en antenne-lignende virkning ift. eventuelle elektrisk ledende fibre i vingeskallen 1.

20

25

På Fig. 2 ses en støbeform 6 med en inderside 7, som skal forme en vinges aerodynamiske profil. Et stykke dobbeltklæbende tape 15 er på den ene side forsynet med elektrisk ledende partikler, som er fordelt, så de udgør segmenterede ledemidler 4. Tapen 15 klæbes fast på indersiden 7, hvorefter vingeskallen kan støbes på sædvanlig vis. Begyndelsen af støbningen ses på Fig. 3, hvor støbeformens 6 inderside 7 er belagt med en tape 15, der fastholder ledemidler 4 i form af elektrisk ledende partikler, og som er belagt med gel-coat 8. Efter færdiggørelse og hærdning kan ledemidlerne 4 blottægges ved at fjerne tapen 15, som efter afformning vil vende mod vingens udvendige overflade. De elektrisk ledende partikler vil være indstøbt i vingen, og dermed fastholdt, når tapen 15 fjernes. For at sikre en jævn og glat overflade kan området, hvor partiklerne sidder, slibes og poleres.

På Fig. 4 ses en støbeform 6 med en inderside 7, hvorpå der er placeret en selvsliddende afmaskning 9 med foruddefineret bredde 10 og tykkelse 11. Afmaskningen 9 udgør i princippet en eller flere støbeforme med lav højde, hvori der kan fyldes fx en blanding 16 af gel-coat og elektrisk ledende partikler, som derved kommer til at udgøre ledemidler 4. Alternativt kan der påføres et tyndt lag klæber i afmaskningen 9, hvorefter elektrisk ledende partikler kan drysses på i et passende lag, og hvorefter afmaskningen 9 fjernes og støbeformen 6 er klar til gel-coat.

På Fig. 5 ses en støbeform 6 med en inderside 7, hvorpå der er placeret et præfabrikeret bånd 17, som indeholder ledemidler 4. På Fig. 6 ses, hvorledes båndet 17 er lagt på indersiden 7 og belagt med gel-coat 8. Efter gel-coat er påført, kan lægges et ikke-vist fiberoplæg, hvorefter resin injiceres. Efter færdiggørelse og hærdning vil båndet 17 ligge i niveau med den udvendige overflade af vingeskallen.

På Fig. 7 ses en støbeform 6 med en inderside 7, hvorpå der er placeret et poselignende bånd 18, der er penetrerbart for gel-coat, resin osv., og som indeholder ledemidler 4. Båndet 18 har klæbende sideflader 19, som kan holde båndet 18 fast til indersiden 7 af støbeformen 6. På Fig. 8 ses, hvorledes båndet 18 med sidefladerne 19 er lagt på indersiden 7 og belægges med gel-coat 8, der trænger ind i båndet 18 og derved også indstøber ledemidlerne 4. Efter færdiggørelse og hærkning vil båndet 18 være i niveau med den udvendige overflade af vingskallen. Ved fx slibning kan ledemidlerne, som er indstøbte, blottægges og vil således være i niveau med vingskallens udvendige overflade.

På Fig. 9 ses en vinge til et vindenergianlæg, som omfatter en vingskal 1 med afstivninger 2. Vingskallen 1 omfatter en udvendig overflade 3, som er forsynet med segmenterede ledemidler 4. Ledemidlerne 4 er placeret i baner og udstråler fra en receptor 5, som er forbundet til ikke viste nedledningsmidler, der kan forbindes til en jordforbindelse. På Fig. 9 går ledemidlerne 4 i hovedsagen på tværs af vingen 1 imellem dennes for- og bagkant. Vingskallen 1 omfatter i denne udførelsesform to hovedlaminater 20, som indeholder elektrisk ledende fibre som fx kulfibre eller stålfibre. Det øverst beliggende hovedlaminat 20 har en udstrækning på tværs, hvis afgrænsninger er indikeret med linierne 21. Som det ses, så strækker et ledemiddel 4 sig fra en receptor 5 og på tværs af et hovedlaminat 20, hvorved dette afskæres fra lynnedslag, idet der opnås en antennevirkning af ledemidlerne. I den viste udførelsesform er receptoren 5 placeret i en afstand fra hovedlaminatet 20.

25

På Fig. 10 ses en metalplade 22, som er forsynet med et flertal af udsparinger 23, som er placeret i baner. Udsparingerne kan laves ved laserskæring, lokning, standsning etc. Efter tildannelse af udsparingerne fyldes disse med fx et polymert materiale, hvorefter pladen overklippes som indikeret med de stiplede linier 24. Herved fremkommer et bånd 27, som vist på Fig. 11. Båndet

30

## 13

det består, som det ses på figuren, af et flertal af korslignende segmenter 25, som er placeret med en given afstand imellem hinanden, og som holdes sammen af et polymert materiale 26. Således fremstilles på simpel vis et bånd 27 med segmenterede ledemidler.

5

Ved segmenteringen af ledemidlene 4 haves et gab imellem disse, som er i størrelsesordenen 0,1 til 5 millimeter, herunder fortrinsvis 0,3 til 1,5 millimeter.

- 10 Det må forstås, at opfindelsen, således som denne omtalt i nærværende beskrivelse og figurer, kan modificeres eller ændres og fortsat være omfattet af beskyttelsesomfanget af de nedenstående patentkrav.

### Patentkrav

1. En metode til fremstilling af en fiberforstærket vinge til et vindenergianlæg, hvilken vinge indrettes med mindst en vingskal og nedledningsmidler tilpasset for nedledning af en lynstrøm til en jordforbindelse, hvor metoden omfatter, at vingen forsynes med segmenterede ledemidler, som indrettes for ledning af en lynstrøm udenfor vingen til nedledningsmidlerne, og hvor ledemidlerne fordeles og fastgøres ved vingskallens udvendige overflade på en måde, således at ledemidlerne i hovedsagen er i niveau med vingskallens udvendige overflade.
2. En metode ifølge krav 1, hvilken metode omfatter trinene:
- a) placering af segmenterede ledemidler på en støbeform
  - b) oplægning af fibre på støbeformen, herunder ovenpå ledemidlerne,
  - c) fiksering af fibrene og ledemidlerne med resin.
3. En metode ifølge krav 2, hvor metoden omfatter påføring af en substans på støbeformen, herunder gel-coat, resin, primer eller slipmiddel.
4. En metode ifølge et eller flere af kravene 1-3, hvor metoden omfatter slibning eller polering af vingen for blottægning af ledemidlerne.
5. En metode ifølge et eller flere af kravene 1-4, hvor ledemidlerne er placeret i et præfabrikeret bånd, som er fremstillet af et ikke-elektrisk ledende materiale, herunder af et termoplastisk materiale.
6. En metode ifølge et eller flere af kravene 1-4, hvor ledemidlerne er placeret i et aflangt poselignende bånd, hvilket bånd er indrettet til at kunne penetreres, herunder af resin og/eller gel-coat.



7. En metode ifølge et eller flere af kravene 2-6, hvor metoden omfatter, at de segmenterede ledemidler og/eller båndet inden trin b) under støbning fikseres til støbeformen med klæbemidler, herunder dobbelt-klæbende tape.

5

8. En metode ifølge et eller flere af kravene 1-7, hvor ledemidlerne er elektrisk ledende partikler, som har en udstrækning imellem 0,05 og 10 millimeter, herunder fortrinsvis imellem 1 og 8 millimeter.

10

9. En metode ifølge et eller flere af kravene 2-8, hvor metoden omfatter placering af mindst en afmaskning på støbeformen, hvorefter der i afmaskningen påføres en blanding af et polymert materiale, herunder gel-coat, og elektrisk ledende partikler.

15

10. En metode ifølge krav 8 eller 9, hvor de elektrisk ledende partikler er blandet med ikke-elektrisk ledende partikler, fx keramiske partikler, farvepigmenter etc.

20

11. En metode ifølge et eller flere af kravene 8-10, hvor partiklerne er flade og aflange med en længde imellem 2 og 10 millimeter og en udstrækning på tværs imellem 1 og 5 millimeter.

25

12. En metode ifølge et eller flere af kravene 8-10, hvor partiklerne er flade og i hovedsagen cirkulære med en diameter imellem 2 og 10 millimeter og en tykkelse imellem 0,1 og 1 millimeter.

13. En metode ifølge et eller flere af kravene 1-12, hvor ledemidlerne er metalspåner, som fortrinsvis er fremstillet ved høvling, fræsning eller drejning.

14. En metode ifølge krav 1, hvor metoden omfatter, at vingeskallen indrettes med et antal udsparinger, i hvilke udsparinger ledemidlerne fastgøres.

5 15. En metode ifølge et eller flere af kravene 1-14, hvor ledemidlerne er fordelt i mindst en bane, hvilken bane har en bredde imellem 3 og 50 millimeter, herunder imellem 5 og 20 millimeter, herunder fortrinsvis imellem 8 og 12 millimeter.

10 16. En metode ifølge krav 15, hvor den mindst ene bane er placeret i hovedsagen på tværs af vingens længderetning og i det væsentlige udstrækker sig fra vingens forkant til vingens bagkant.

15 17. En metode ifølge krav 15, hvor ledemidlerne er fordelt i mindst en bane, som er placeret i hovedsagen på tværs af vingens længderetning, og som mindst spænder over et hovedlaminat i vingeskallen, hvilket hovedlaminat omfatter elektrisk ledende fibre.

20 18. En metode ifølge et eller flere af kravene 1-7, hvor ledemidlerne er tråde af metal, der er udlagt i hovedsagen i samme retning og som er delt med forudbestemte mellemrum.

25 18. En metode ifølge et eller flere af kravene 1-17, hvor ledemidlerne fortrinsvis er fremstillet af metal, herunder af messing, nikkel, kobber, messing overtrukket med nikkel eller lakeret kobber.

19. En metode ifølge et eller flere af kravene 1-18, hvor nedledningsmidlerne omfatter mindst en receptor placeret ved vingens overflade.

30 20. En metode ifølge krav 19, hvor receptoren placeres i en udsparring i vingen, hvilken udsparring i hovedsagen er omkranset af ledemidler.

21. En vinge til et vindenergianlæg, hvilken vinge omfatter en fiberforstærket vingeskal og nedledningsmidler tilpasset for nedledning af en lynstrøm til en jordforbindelse, hvor vingen er forsynet med segmenterede ledemidler indrettet for ledning af en lynstrøm udenfor vingen til nedledningsmidlerne, og hvor ledemidlerne overvejende er fordelt og fastgjort ved vingeskallens udvendige overflade på en måde, således at ledemidlerne i hovedsagen er i niveau med vingeskallens udvendige overflade.
22. En vinge ifølge krav 21, hvor ledemidlerne er placeret i et antal baner, som strækker sig ud fra en receptor placeret ved vingens overflade, hvilken receptor er forbundet til nedledningsmidlerne.
23. En vinge ifølge krav 21 eller 22, hvor ledemidlerne er fastgjort i en udsparring i vingeskallens overflade.
24. En vinge ifølge krav 21 eller 22, hvor ledemidlerne er indstøbt i vingeskallens overflade.
25. En vinge ifølge krav 24, hvor ledemidlerne omfatter et i det væsentlige jævnt fordelt lag af metalspån.

## Vinge til et vindenergianlæg omfattende segmenterede ledemidler for lynnedledning

### Sammendrag

5

Opfindelsen angår en metode til fremstilling af en fiberforstærket vinge til et vindenergianlæg, hvilken vinge indrettes med mindst en vingskal og nedledningsmidler tilpasset for nedledning af en lynstrøm til en jordforbindelse. Nye aspekter ved metoden omfatter, at vingen forsynes med segmenterede ledemidler, som indrettes for ledning af en lynstrøm udenfor vingen til nedledningsmidlerne, og hvor ledemidlerne fordeles og fastgøres ved vingskallens udvendige overflade på en måde, således at ledemidlerne i hovedsagen er i niveau med vingskallens udvendige overflade. Når de segmenterede ledemidler fordeles og fastgøres ved vingskallens udvendige overflade, vil lynstrømmen ikke skulle ledes igennem ledemidlerne men i stedet ledes i en ioniseret kanal i luften over ledemidlerne. Dermed kan ledemidlerne udføres med meget lav vægt, idet de ikke skal tåle lynstrømmen.

10  
15

(Fig. 1)

1/7

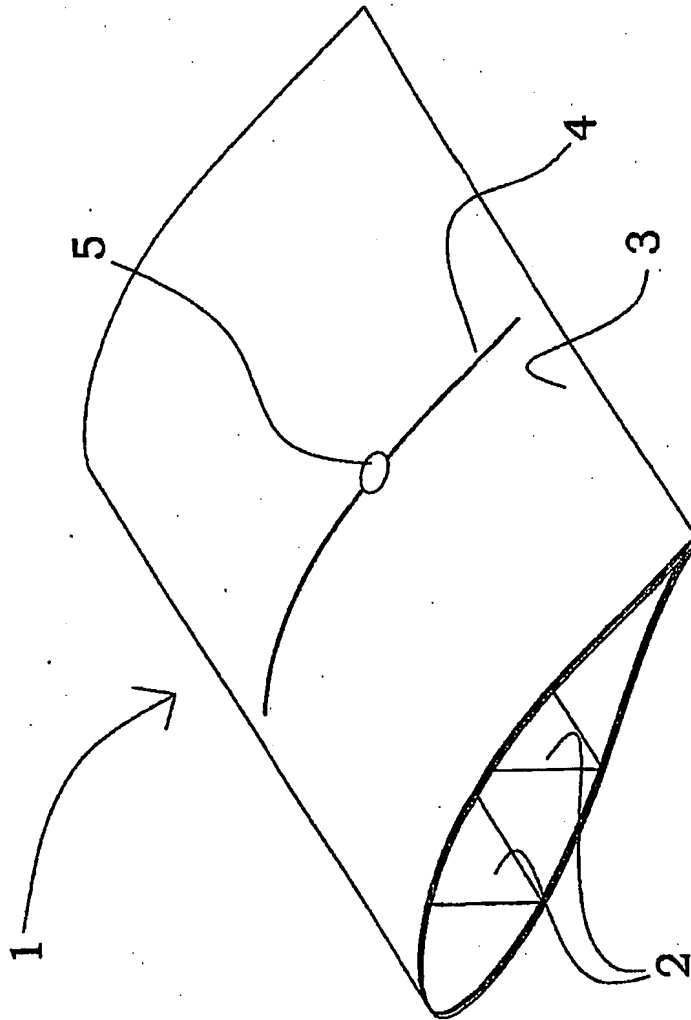


Fig. 1a

2/7

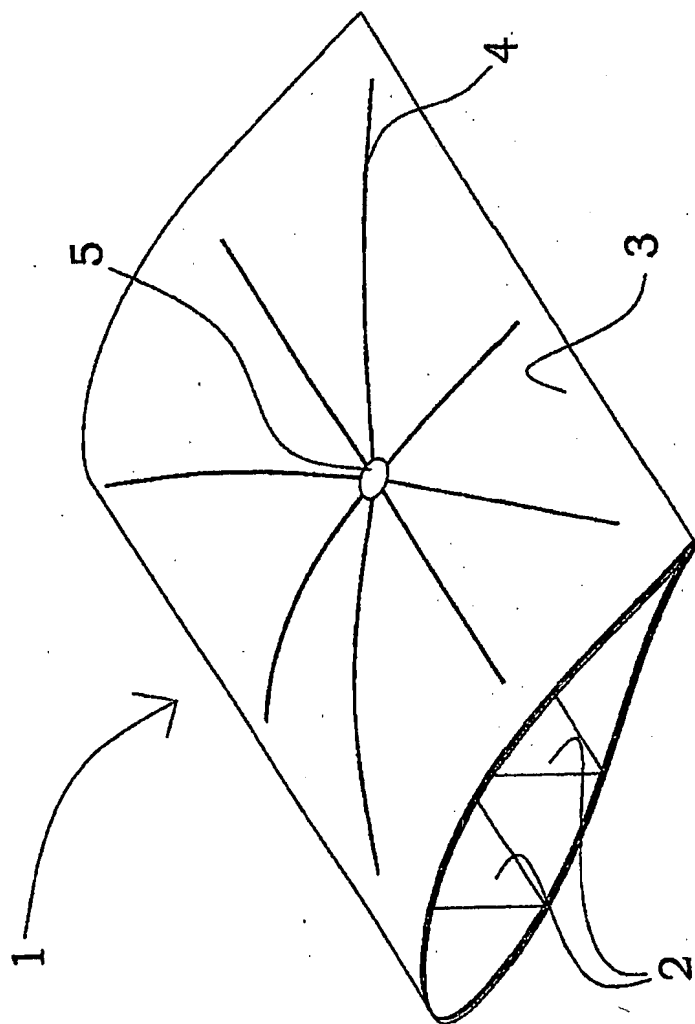


Fig. 1b

3/7

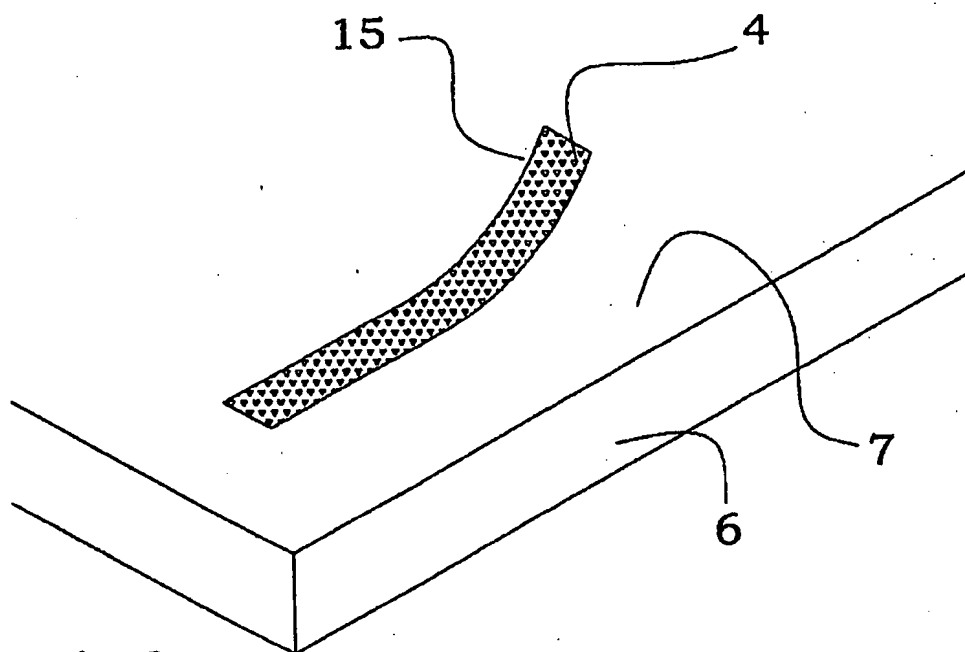


Fig. 2

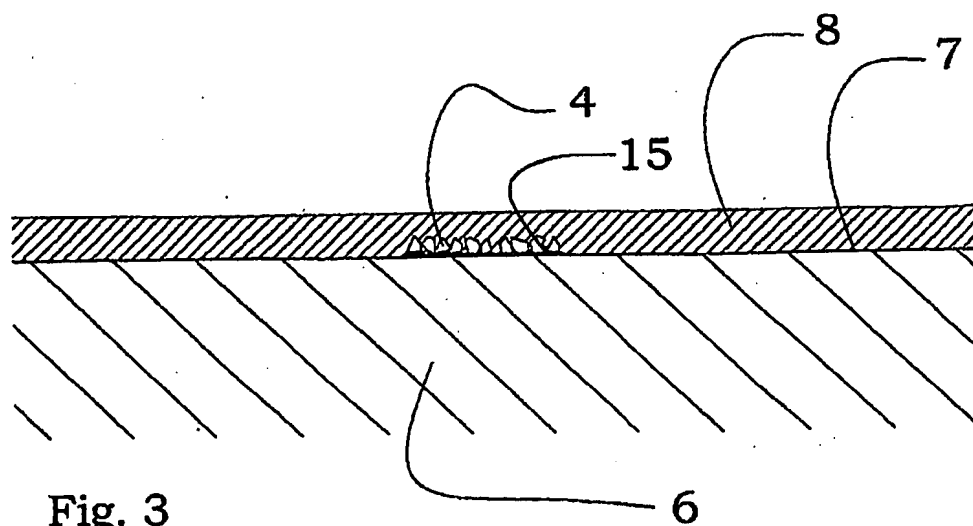


Fig. 3

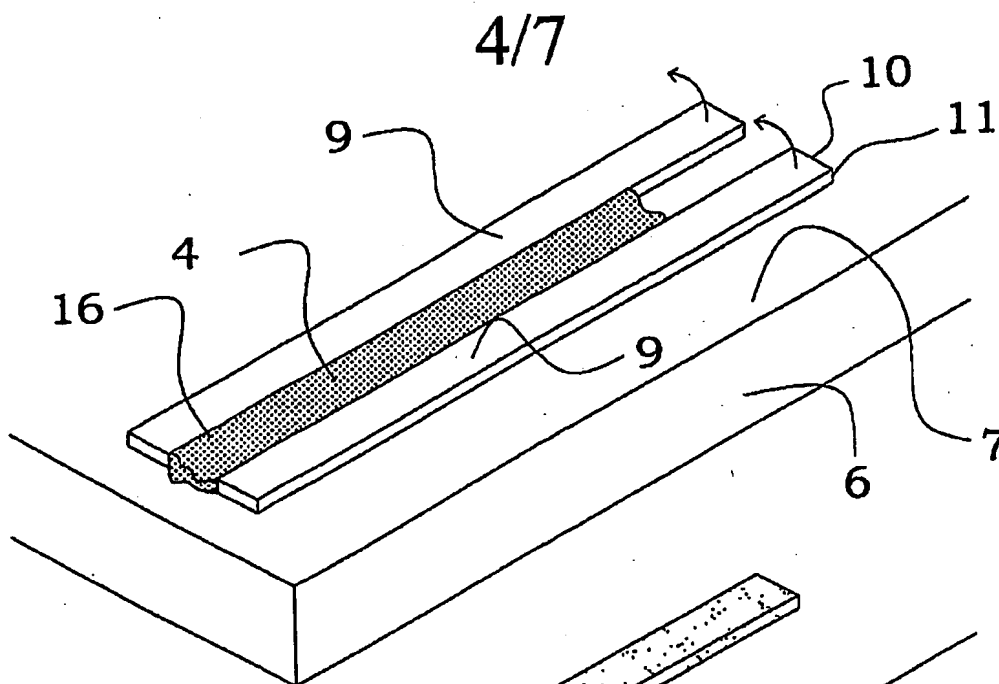


Fig. 4

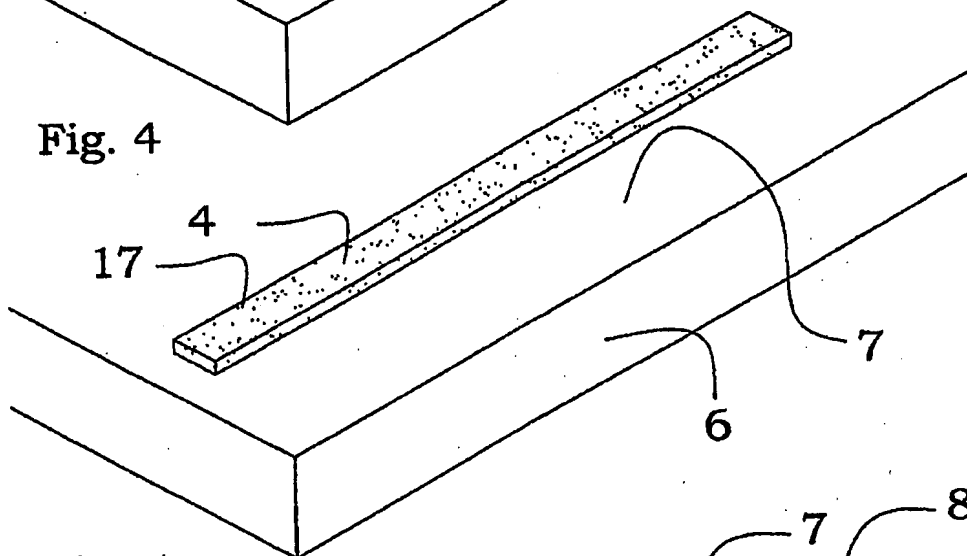


Fig. 5

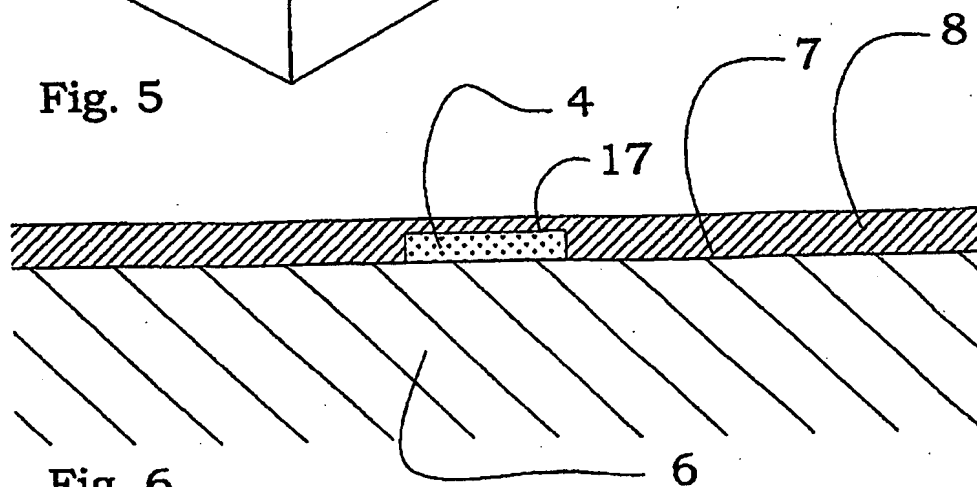


Fig. 6



5/7

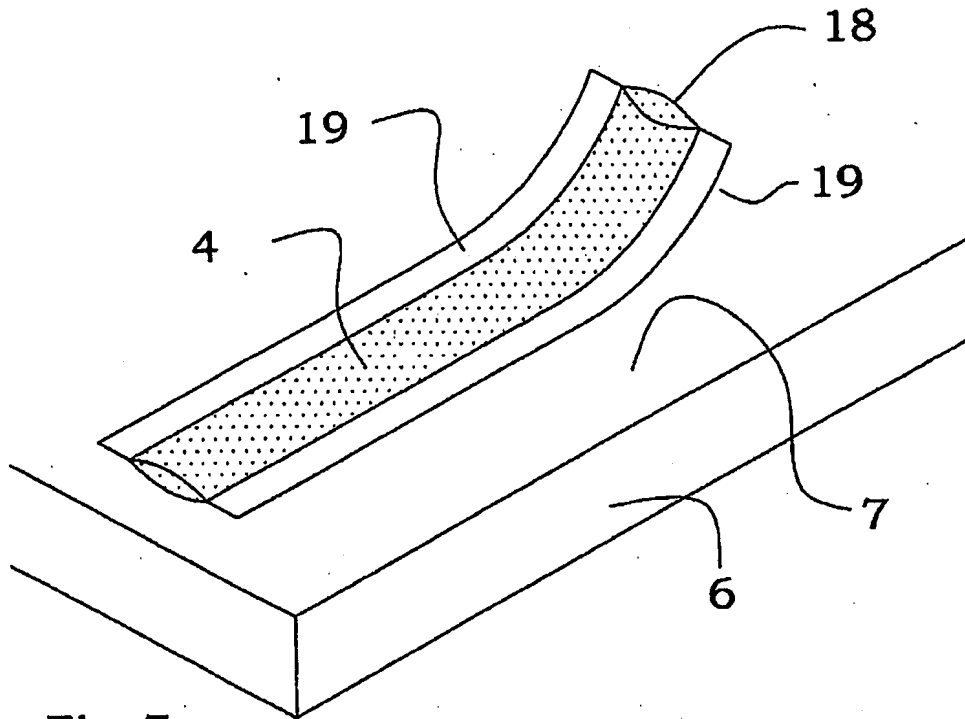


Fig. 7

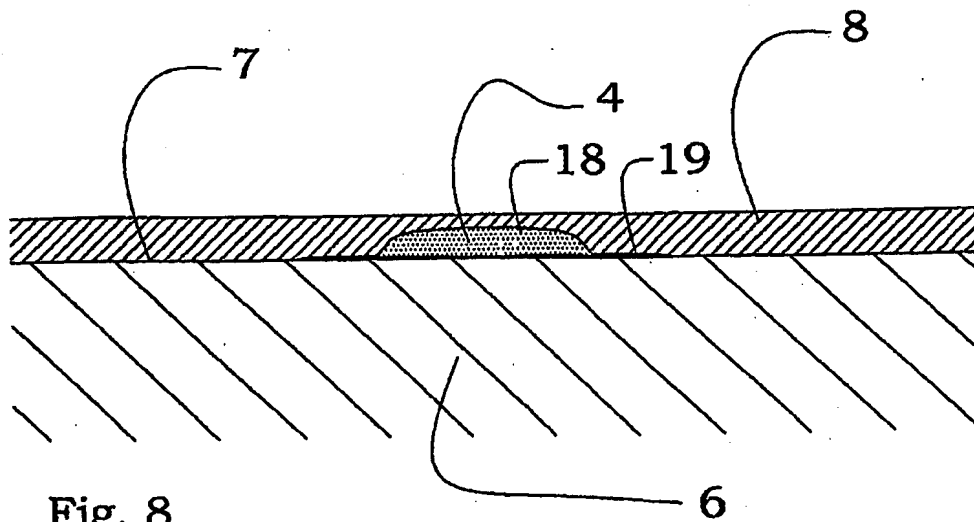


Fig. 8

6/7

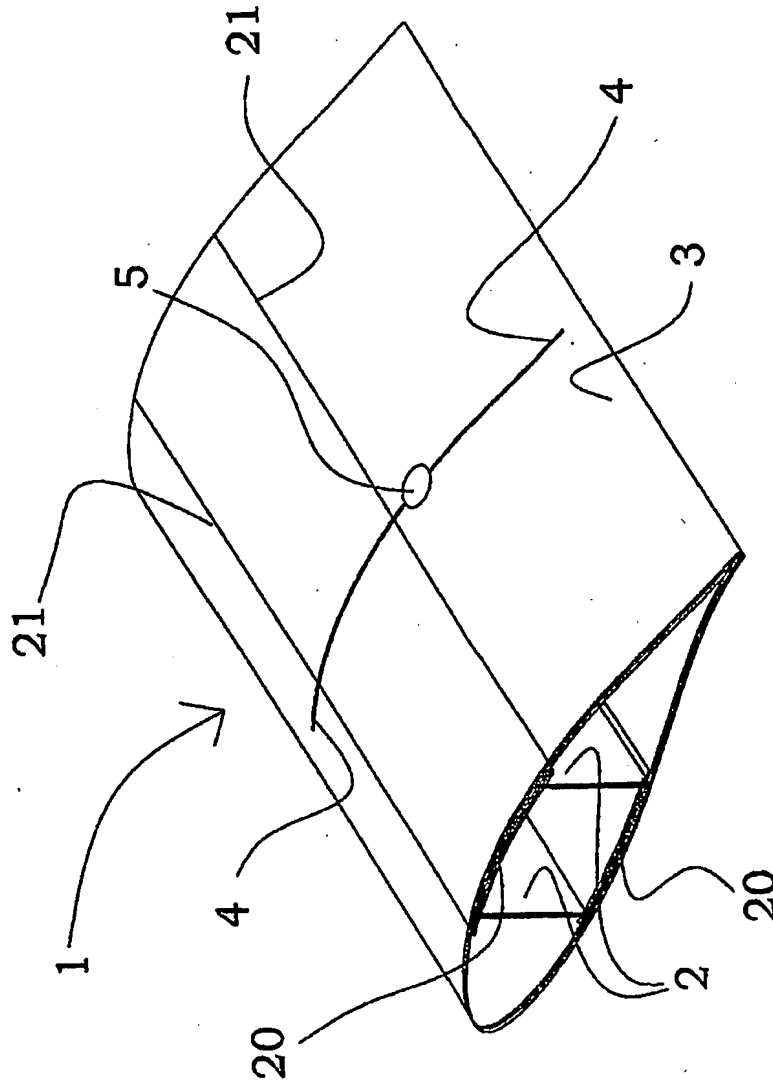


Fig. 9

7/7

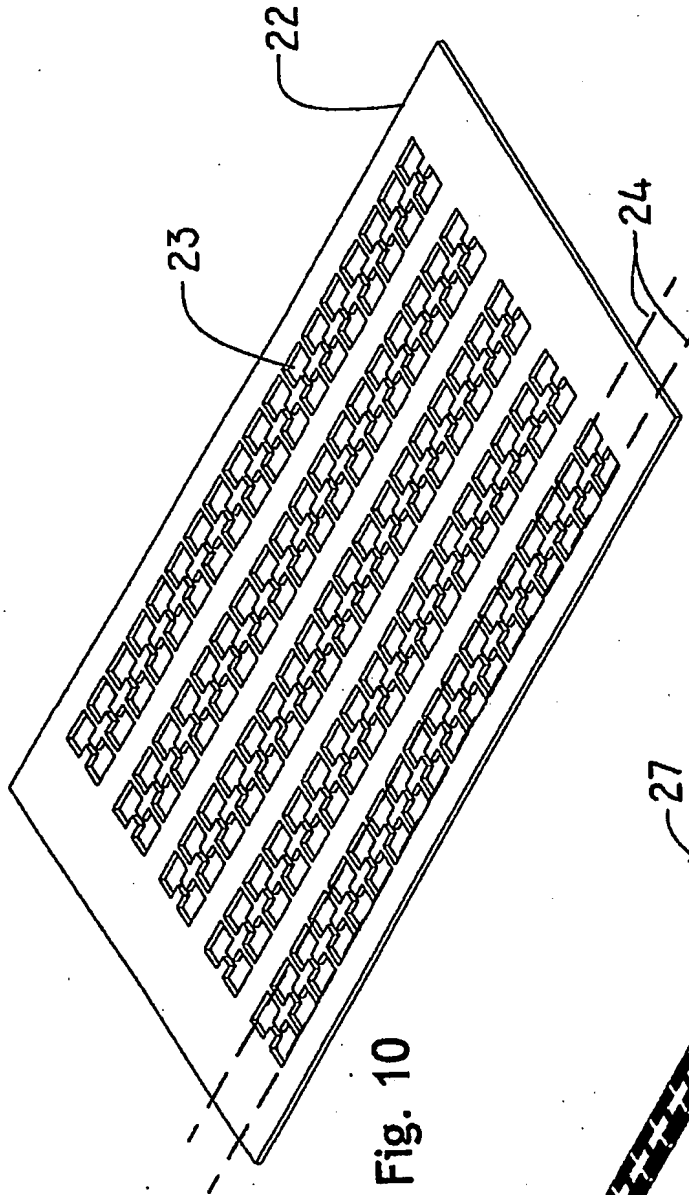


Fig. 10

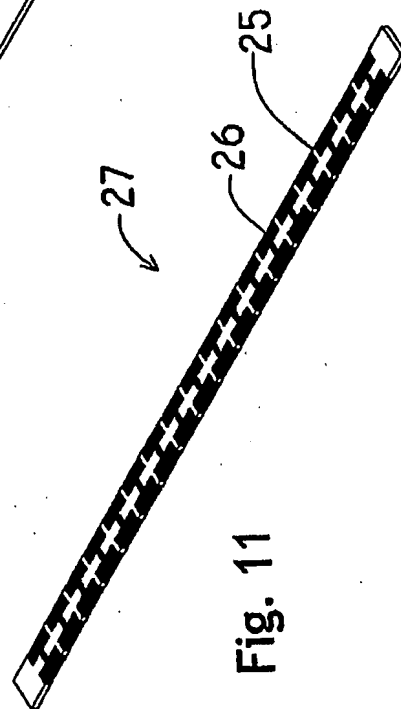


Fig. 11